

氏 名	村 上 政 直		
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)		
学 位 記 番 号	第 4977 号		
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者		
学 位 論 文 名	Photoionization and Fragmentation of Some Organic Molecules with a High Intensity Femtosecond Laser Pulse (高強度フェムト秒レーザーによる有機化合物のイオン化とフラグメント化)		
論文審査委員	主 査 教 授 中 島 信 昭	副 査 教 授 神 谷 信 夫	
	副 査 教 授 佐 藤 和 信		

論 文 内 容 の 要 旨

高強度、超短パルスレーザーを分子に照射すると、多光子吸収や電場によるポテンシャル障壁からのトンネリングなどを経て電子が放出され、分子はイオン化される。このような反応は相互作用時間が極めて短いフェムト秒レーザー光による特色であり、質量分析、分子反応のコントロールなどへの応用が期待されている。申請者は高強度短パルスレーザーによる分子の解離性イオン化に着目し、以下の新知見を得た。

アントラセンを波長800nm、1400nmのフェムト秒レーザーでそれぞれイオン化させ、解離イオンの比率のレーザー強度依存性を調べた。結果、励起波長と分子イオンとが共鳴する場合（800nm）、解離イオンが生成した。一方、共鳴しない波長では解離イオン化が抑制された。このことはレーザーの励起波長を選択することにより、解離イオン化を制御できることを示している。

上記の解離する励起波長（800nm）のレーザー光を直線、円偏光へと変え、アントラセンをイオン化し、偏光と共鳴との相関について調べた。その結果、円偏光励起での解離イオンが増加することを初めて観測した。この要因として直線偏光では、レーザーの偏光方向に対してアントラセンイオンの遷移モーメントが選択制を持つためと結論づけた。

ヘキサフルオロベンゼンを 10^{16}Wcm^{-2} のレーザー強度でイオン化し、生成した多価イオンによって引き起こされる原子多価イオンのクーロン爆発ダイナミクスについて調べた。炭素イオンがレーザー偏光に対して $60\text{--}90^\circ$ の角度を持って放出された。このクーロン爆発ダイナミクスについて、モレキュラーダイナミクスシミュレーションにより解析した。フッ素原子イオンのクーロン反発によって炭素原子イオンの運動方向がずらされるという、重原子効果によって説明することができた。

以上、本論文では高強度レーザーを大きな有機分子に照射し、そのイオン化、クーロン爆発の機構を明らかにしている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

高強度、超短パルスレーザーを分子に照射すると、多光子吸収、光電場によって重畳したポテンシャル障壁からの電子トンネル化などを経て電子が放出され、分子はイオン化される。このような反応は相互作用時間が極めて短いフェムト秒レーザー光による特色であり、質量分析、分子反応のコントロールなどへの応用が期待されている。申請者は高強度短パルスレーザーによる分子の解離性イオン化に着目し、以下の新知見を得ている。

アントラセンを波長800nm、1400nmのフェムト秒レーザーでそれぞれイオン化させ、解離イオンの比率のレーザー強度依存性を調べた。結果、励起波長と分子イオンとが共鳴する場合（800nm）、解離イオンが生成した。一方、共鳴しない波長では解離イオン化が抑制された。このことはレーザーの励起波長を選択することにより、解離イオン化を制御できることを示している。

上記の解離する励起波長（800nm）のレーザー光を直線、円偏光へと変え、アントラセンをイオン化し、偏光と共鳴との相関について調べた。その結果、円偏光励起での解離イオンが増加することを初めて観測した。この要因として直線偏光では、レーザーの偏光方向に対してアントラセンイオンの遷移モーメントが選択性を持ったためと結論づけている。

ヘキサフルオロベンゼンを 10^{16}Wcm^{-2} のレーザー強度でイオン化し、生成した多価イオンによって引き起こされる原子多価イオンのクーロン爆発ダイナミクスについて調べている。炭素イオンがレーザー偏光に対して $60\text{--}90^\circ$ の角度を持って放出された。このクーロン爆発ダイナミクスについて、モレキュラーダイナミクスシミュレーションにより解析し、フッ素原子イオンのクーロン反発によって炭素原子イオンの運動方向がずらされるという、“重原子効果”を提案している。

以上、本論文では高強度短パルスレーザーによる有機分子の解離性イオン化、クーロン爆発の新しい機構を明らかにしており、超短パルスレーザーによる分子反応の研究の発展に寄与するところが大きく、博士（理学）の学位を授与するに値すると審査した。